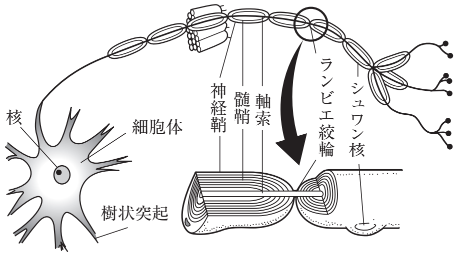
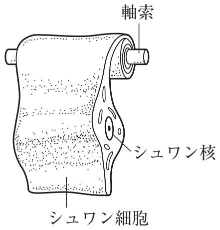
第29講　神経細胞

■神経細胞

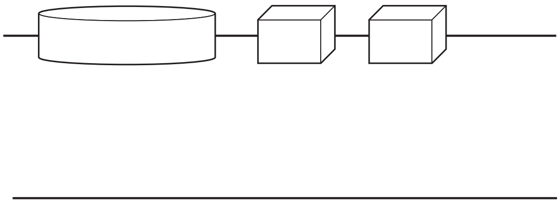
◆ニューロンの構造



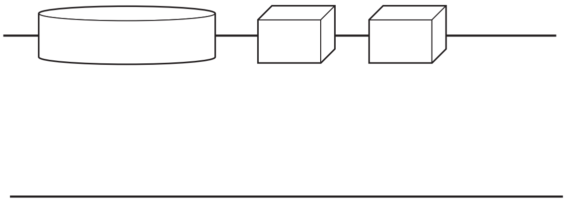


◆興奮の伝導　…　神経繊維上を膜の興奮が伝播

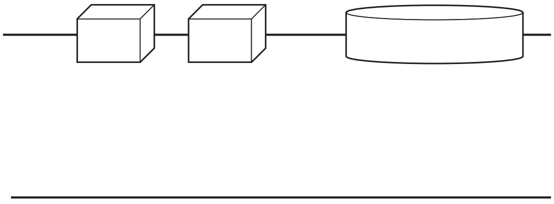
①軸索の細胞膜上には，能動輸送を行うNa^+ポンプと受動輸送を行うNa^+チャネル，K^+チャネルが存在。ポンプによるNa^+とK^+の移動，K^+チャネルによるK^+の漏えいにより，軸索内の電位が負に。
<u>静止電位</u>　（－70～－90mV）



②刺激によって，Na^+チャネルが開く。その結果，Na^+が軸索内に流入し，軸索内の電位が相対的に正に。
<u>活動電位</u>　（＋100～＋110mV）



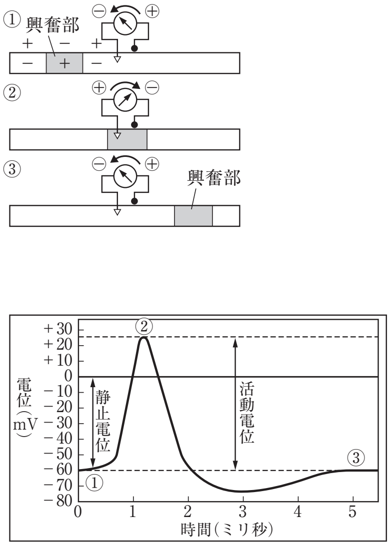
③Na^+チャネルが閉じ，すぐにK^+チャネルが開く。その結果，K^+が軸索外に流出し，再び軸索内が負に。イオンのバランスから，すぐには活動電位を生み出せない。改めてポンプが作動し，①の状態に移行する。<u>不応期</u>

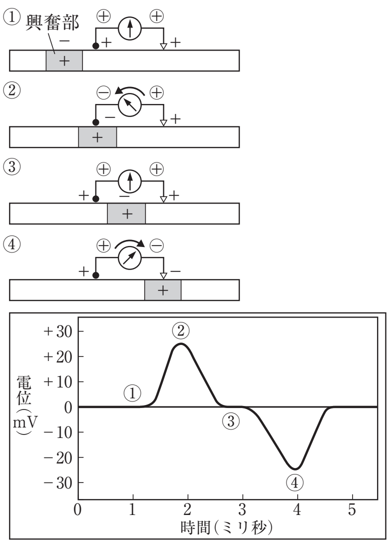


ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

・電位の測定…↓を基準に⇩の電位を評価



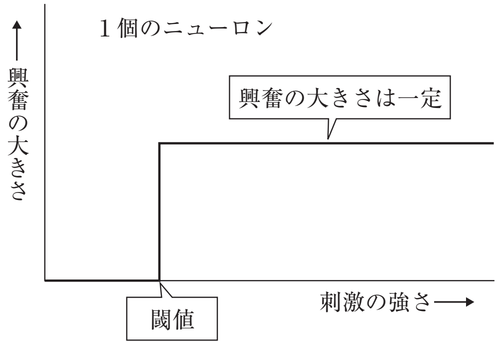


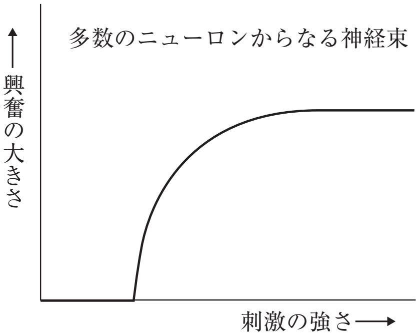
①↓は＋，⇩は－。
②↓は－，⇩は＋。
③↓は＋，⇩は－。

①↓，⇩はともに＋。
②↓は－，⇩は＋。
③↓，⇩はともに＋。
④↓は＋，⇩は－。

◆全か無かの法則

・刺激の強さと興奮の大きさ



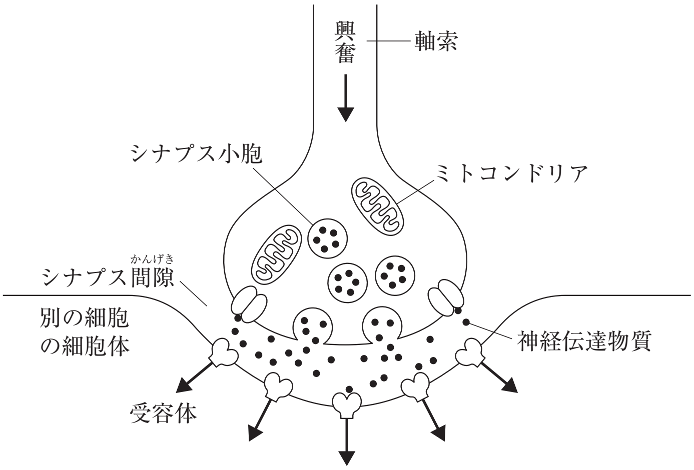


・１個のニューロンは閾値以下の刺激では反応しないが，
閾値以上の刺激では一定の大きさの興奮を示す。
→ “全か無かの法則”

・神経束は，閾値の異なるニューロンの集合であるため，
全か無かの法則には従わない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆興奮の伝達



神経伝達物質	
アセチルコリン…	運動神経 副交感神経
ノルアドレナリン…	交感神経

・軸索の末端まで興奮が到達すると，シナプス小胞から神経伝達物質が放出される。
・神経伝達物質はシナプス間隙を拡散し，樹状突起(細胞体)側の受容体に結合する。
・神経伝達物質の受容体への結合によって細胞が興奮し，伝達は完了する。
・放出された神経伝達物質は速やかに分解・回収され，過剰な反応を迎えている。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　演習問題

神経系の基本単位である神経細胞は（　ア　）とよばれ，核のある（　イ　），興奮を受ける（　ウ　），次の細胞に興奮を伝える（　エ　）とその終末部からなる。この終末部は他の神経細胞などと，狭い間隙（かんげき）を隔てて連絡している。この接合部分を（　オ　）という。

神経細胞は刺激を受けていない状態では，(あ)細胞膜の内外で電位差を生じている。この電位差を（　カ　）という。神経細胞が刺激を受けると，その部分の膜電位が一瞬逆転し興奮状態となる。このような膜電位の急激な変化を（　キ　）とよび，（　キ　）の発生することを神経の興奮という。この興奮が（　エ　）を伝わっていくことを興奮の（　ク　）という。また(い)神経の終末部から分泌される物質の働きによって，次の神経細胞に興奮が伝えられる。これを興奮の（　ケ　）という。

問１　文章中の（　ア　）～（　オ　）にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものを，次のA～Hのうちから１つ選べ。

	（　ア　）	（　イ　）	（　ウ　）	（　エ　）	（　オ　）
A	ニューロン	樹状突起	細胞体	シナプス	軸索
B	ニューロン	細胞体	ランビエ絞輪	シナプス	軸索
C	ニューロン	軸索	樹状突起	細胞体	シナプス
D	ニューロン	細胞体	樹状突起	軸索	シナプス
E	樹状突起	細胞体	ニューロン	軸索	ランビエ絞輪
F	樹状突起	細胞体	ランビエ絞輪	軸索	ニューロン
G	樹状突起	ニューロン	細胞体	ランビエ絞輪	軸索
H	樹状突起	細胞体	軸索	ニューロン	ランビエ絞輪

問２　文章中の（　カ　）～（　ケ　）にあてはまる語句を答えなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　文章中の下線部(あ)の状態にある神経細胞に関する記述として適切なものを，次のＡ～Ｈのうちから３つ選べ。

Ａ　細胞膜の内側は正（＋）に帯電している。

Ｂ　細胞膜の外側は正（＋）に帯電している。

Ｃ　細胞膜の内側にはNa^+が多く，外側にはK^+が多い。

Ｄ　細胞膜の外側にはNa^+が多く，内側にはK^+が多い。

Ｅ　細胞膜の内側と外側のNa^+濃度とK^+濃度はともに等しい。

Ｆ　ナトリウムポンプが働いている。

Ｇ　ナトリウムチャネルが開いている。

Ｈ　カリウムチャネルはすべて開いている。

問４　文章中の下線部(い)の物質に関する記述として最も適切なものを，次のＡ～Ｆのうちから１つ選べ。

Ａ　この物質が接合する神経細胞のイオンチャネルから中に入り活動電位を発生させる。

Ｂ　この物質が接合する神経細胞のイオンチャネルと結合して，チャネルが開きNa^+が流出し，活動電位を発生させる。

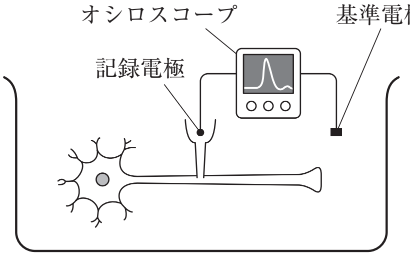
Ｃ　この物質が接合する神経細胞のイオンチャネルと結合して，チャネルが開きNa^+が流入し，活動電位を発生させる。

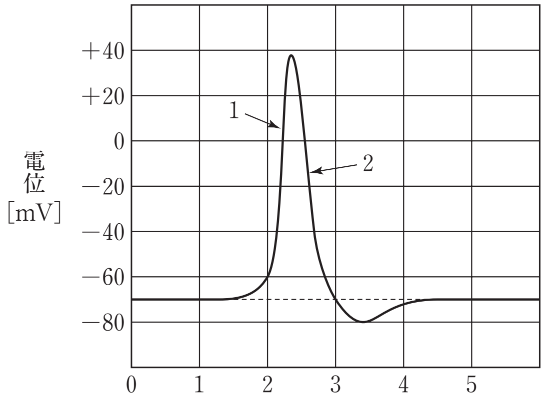
Ｄ　この物質はいつも放出され，ニューロンは常に興奮状態である。

Ｅ　この物質の量に比例して，発生する活動電位は大きくなる。

Ｆ　この物質の量が多くなるほど，より多くのニューロンが興奮する。

問５　下の図はある神経細胞の軸索内に記録電極を刺し込んで，細胞膜外を基準（0mV）とした時の，細胞膜内の電圧の変化を表したものである。（　カ　）の値［mV］，（　キ　）の最大値［mV］の数値として最も適切な組合せを，次のＡ～Ｈのうちから１つ選べ。





図

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

	（　カ　）の値	（　キ　）の最大値
A	－80	110
B	－80	120
C	－70	110
D	－70	120
E	0	110
F	0	120
G	40	110
H	40	120

問６　図の矢印１のとき，神経細胞で起こっている変化として最も適切なものを，次のA～Fのうちから1つ選べ。

A　Na^{+}が細胞の中から流出し，細胞内が正（＋）に変わる。
B　Na^{+}が細胞の中から流出し，細胞内が負（－）に変わる。
C　Na^{+}が細胞の中から流出し，細胞外が正（＋）に変わる。
D　Na^{+}が細胞の中に流入し，細胞内が正（＋）に変わる。
E　Na^{+}が細胞の中に流入し，細胞内が負（－）に変わる。
F　Na^{+}が細胞の中に流入し，細胞外が正（＋）に変わる。

問７　図の矢印２のとき，神経細胞で起こっている変化として最も適切なものを，次のA～Fのうちから1つ選べ。

A　K^{+}が細胞の中から流出し，細胞内が正（＋）に変わる。
B　K^{+}が細胞の中から流出し，細胞内が負（－）に変わる。
C　K^{+}が細胞の中から流出し，細胞外が負（－）に変わる。
D　K^{+}が細胞の中に流入し，細胞内が正（＋）に変わる。
E　K^{+}が細胞の中に流入し，細胞内が負（－）に変わる。
F　K^{+}が細胞の中に流入し，細胞外が正（＋）に変わる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　確認テスト

細胞の興奮に関する以下の文を読んで各問い（問1〜6）に答えよ。

活動していないニューロンで細胞の外側に対する内側の電位を測ってみると，約［　A　］の電位を示す。これを［　ア　］電位という。ニューロンに閾値以上の刺激を与えると，瞬間的に内側の電位が約［　B　］上昇する。これを［　イ　］電位という。ニューロンに［　イ　］電位が生じることを興奮とよぶ。単一のニューロンの興奮は<u>全か無かの法則</u>に従う。興奮が軸索に沿って伝わっていくことを興奮の［　ウ　］とよぶ。興奮が軸索の末端に達すると,［　エ　］から［　オ　］が放出され，そのニューロンに隣接した細胞に興奮が伝えられる。これを興奮の［　カ　］という。

問１　上の文の空欄A，Bに入る最も適当なものを，語群1の①〜⑦のうちからそれぞれ一つずつ，ア〜カに入る最も適当なものを語群2の①〜⑪のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

〔語群1〕

①　－20から－30mV　　②　－50から－90mV　　③　＋20から＋30mV
④　＋50から＋90mV　　⑤　50mV　　⑥　100mV
⑦　200mV

〔語群2〕

①　樹状突起　　②　細胞体　　③　伝　導
④　伝　達　　⑤　静　止　　⑥　活　動
⑦　跳　躍　　⑧　神経伝達物質　　⑨　神経伝導物質
⑩　シナプス間隙　　⑪　シナプス小胞

問２　下線部の「全か無かの法則」の説明として最も適当なものを，次の①〜④のうちから一つ選べ。

①　ニューロンには興奮するニューロンと興奮しないニューロンがあること。
②　刺激を強くするほどニューロンは大きな興奮を示すこと。
③　ニューロンを興奮させる強さ以上の刺激では，刺激の強さが変化しても興奮の大きさは変わらないこと。
④　興奮が生じたニューロンでは，その後，一時的に興奮が生じなくなること。

問３　実験的に軸索の一部に電気刺激を与えた時の興奮の伝わり方として最も適当なものを，次の①〜③のうちから一つ選べ。

①　興奮は，発生した部分から，軸索の末端の方向にのみ伝わる。
②　興奮は，発生した部分から，軸索の末端とは逆の方向にのみ伝わる。
③　興奮は，発生した部分から，軸索の末端の方向および逆の方向の両方に伝わる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　興奮が一つのニューロンの軸索に沿って伝わるとき，興奮がいったん終了した箇所へ逆方向にもどることのない理由として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 興奮がいったん終了した箇所は，しばらく刺激に反応できない状態になるから。

② シナプス前細胞からシナプス後細胞へと興奮が伝わるから。

③ 神経繊維では，断面の小さい部分から大きい部分へと興奮が伝わるから。

④ 興奮を他のニューロンに伝えるまでは，同じニューロン内での新たな興奮は生じないから。

問5　無髄神経繊維に比べて有髄神経繊維の方が興奮の伝わる速度が速い理由として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

① 有髄神経繊維の方が，無髄神経繊維よりも細いため。

② 有髄神経繊維では，活動電流が隣のランビエ絞輪まで流れるため。

③ 有髄神経繊維の方が，無髄神経繊維よりも軸索が短いため。

問6　あるニューロンがシナプスを経て他の細胞に興奮を伝える物質に関する説明として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

① 興奮を伝える物質は，シナプス後細胞の細胞膜の内側へ直接放出される。

② 興奮を伝える物質は，樹状突起からも放出される。

③ 興奮を伝える物質は，酵素によって分解されたり細胞に取り込まれたりして，短時間で消失する。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　演習問題

問１　D
問２　(カ)　静止電位　(キ)　活動電位　(ク)　伝導　(ケ)　伝達
問３　B，D，F
問４　C
問５　C
問６　D
問７　B

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　確認テスト

問１　A ②　B ⑥
ア ⑤　イ ⑥　ウ ③　エ ⑪　オ ⑧
カ ④

問２　③　問３　③　問４　①　問５　②　問６　③

【解説】

問１　刺激を受けていないニューロンで細胞外に対する細胞内の電位を測ってみると，－50から－90mVの電位を示す。これを静止電位という。ニューロンに閾値以上の刺激を与えると，瞬間的に内側の電位が約100mV上昇する。これを活動電位という。ニューロンに活動電位が生じることを興奮とよび，興奮が軸索に沿って伝わっていくことを興奮の伝導とよぶ。興奮が軸索の末端に達すると，軸索の末端のシナプス小胞から神経伝達物質が放出され，そのニューロンに隣接した細胞に興奮が伝えられる。これを興奮の伝達という。

問２　単一のニューロンを刺激した場合，その刺激の強さがある値以下の強さであればニューロンに活動電位は生じないが，ある値以上の強さであればニューロンは活動電位を生じる。また，さらにそれ以上の強さで刺激した場合も生じる活動電位の大きさは変わらない。これを全か無かの法則という。ニューロンに興奮を生じさせる最小の刺激の大きさを閾値という。

問３　実験的に軸索の中央を刺激した場合，興奮はその発生した位置から両方向に広がっていく。これは，興奮が生じた部分から，その両側の静止部に対して活動電流が流れるためである。

問４　興奮がいったん終了した箇所では，Na^+の流入とK^+の流出が起こったことで膜の内外でイオンのバランスが静止電位の状態と異なっている。そのため，刺激を受けても興奮が生じない状態にあり，これを不応期と呼ぶ。この不応期があることで，興奮が逆方向にもどることがなくなっている。

問５　軸索が髄鞘で包まれている神経繊維を有髄神経繊維，包まれていない神経繊維を無髄神経繊維という。有髄神経繊維では，髄鞘が絶縁性であるため，活動電流が髄鞘の隙間のランビエ絞輪間を流れることになり，興奮が飛び石状にランビエ絞輪でのみ生じる。そのため，伝導速度が非常に速く，このような伝導は跳躍伝導と呼ばれる。また，軸索の太さも伝導速度に影響し，軸索が太いほうが伝導速度は大きくなる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問６　伝達の際にシナプス間隙に放出された神経伝達物質は，間隙を拡散しシナプス後細胞の樹状突起や細胞体の細胞膜上に存在する受容体に結合する。シナプス小胞は軸索末端側にのみ存在するため，伝達の方向は軸索末端から樹状突起側の一方向のみとなる。放出された神経伝達物質は酵素によって分解されたり，細胞に取り込まれれたりして短時間でシナプス間隙から消失する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。